

KAJIAN PERBANDINGAN PRODUKSI ASAP CAIR DARI TEMPURUNG SABUT KELAPA DAN TONGKOL JAGUNG¹⁾

COMPARATIVE STUDY OF LIQUID SMOKE PRODUCTION FROM COCONUT COIR SHELLS AND CORN COBS.

Stefy Wagiu²⁾, Dedie Tooy³⁾, Ruland Rantung³⁾

- 1) Bagian dari skripsi penelitian dengan judul “Kajian Perbandingan Asap Cair Dari Tempurung Sabut Kelapa Dan Tongkol Jagung”
- 2) Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Univeristas Sam Ratulangi Manado
- 3) Dosen Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado

Korespondensi

Email: 15031106060@student.unsrat.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kualitas produk asap cair menggunakan tiga bahan baku yaitu tempurung, sabut kelapa dan tongkol jagung. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pembuatan asap cair yang lebih efisien, sehingga menjadi landasan dalam pengembangan alat pembuat asap cair yang lebih efisien kedepannya. Asap cair merupakan cairan kondensat uap asap hasil pirolisis kayu. Senyawa fenol, karbonil dan asam-asamorganik yang terdapat dalam asap cair berperan penting sebagai penghilang bau dan pengusir hama. Dengan demikian dapat diketahui bahwa metode pengasapan dengan asap cair bisa lebih mudah dan murah dalam perawatan tanaman.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dan dianalisa secara deskriptif Bahan yang digunakan pada proses pembuatan asap cair ini adalah Tempurung Sebanyak 90 kg, Sabut kelapa 90 kg dan Tongkol Jagung 90 kg. Setiap perlakuan dalam proses pembakaran pembuatan asap cair sebanyak 30 kg. Pengamatan pada penelitian ini dilakukan dari perlakuan perbandingan bahan baku sampai mencapai hasil asap cair yang diinginkan.

Dari hasil penelitian rendemen asap cair dari tempurung 6,027 % 2. dengan kinerja alat 66,96% Rendemen Tongkol jagung 3,458 % dengan kinerja alat 49,4 dan Rendemen pada sabut kelapa 2,964 % dengan kinerja alat 49,4 % . 3. Dengan bahan baku 30 kg dari setiap bahan baku tempurung, sabut kelapa dan tongkol jagung membutuhkan waktu produksi yang berbeda. Tempurung memerlukan waktu 9 jam, sabut kelapa 6 jam dan tongkol jagung 7 jam.

ABSTRACT

This study aims to compare the quality of liquid smoke products using three raw materials, namely shell, coconut fiber and corn cobs. This research is expected to provide information about the manufacture of liquid smoke that is more efficient, so that it becomes the basis for the development of a more efficient liquid smoke maker in the future. Liquid smoke is a liquid smoke vapor condensate resulting from the pyrolysis of wood. Phenolic compounds, carbonyl and organic acids contained in liquid smoke play an important role as odor removers and repellents. Thus it can be seen that the method of fumigation with liquid smoke can be easier and cheaper in plant care.

This study used an experimental method and analyzed descriptively. The materials used in the process of making this liquid smoke were 90 kg shell, 90 kg coconut coir and 90 kg corn cob. Each treatment in the combustion process of making liquid smoke as much as 30 kg. Observations in this study were carried out from the comparison of raw materials to achieve the desired liquid smoke results.

From the results of the research, the yield of liquid smoke from the shell was 6.027 % 2. with the performance of the tool 66.96%. The yield of corn cobs was 3,458% with the performance of the tool 49.4 and the yield of the coconut coir was 2.964% with the performance of the tool 49.4%. 3. With 30 kg of raw material for each shell, coconut coir and corn cobs require different production times. The shell takes 9 hours, coconut coir 6 hours and corn cobs 7 hours.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman kelapa merupakan salah satu komoditas perkebunan yang telah lama dikenal dan sangat berperan bagi kehidupan masyarakat. Bila ditinjau dari aspek ekonomi, tanaman ini mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, tiap bagian dari komoditas ini dapat menghasilkan berbagai produk-produk yang mempunyai nilai jual. Peluang bisnis yang dihasilkan oleh komoditas ini cukup banyak, mulai dari batang, daun, batok, air dan daging buah kelapa mempunyai nilai bisnis yang cukup menjanjikan. Tempurung dan sabut kelapa sering dianggap sebagai limbah yang dihasilkan dalam proses pengolahan buah kelapa. Tempurung dan sabut kelapa banyak dihasilkan dari industri pengolahan buah kelapa, pasar tradisional dan rumah tangga. Tempurung dan sabut kelapa dapat diolah menjadi arang melalui proses pembakaran. Berbasis pada usaha pembuatan arang, telah dikembangkan sebuah inovasi pemanfaatan asap menjadi produk asap cair yang berguna

sebagai bahan pengawet alami, diantaranya pengawet bahan pangan atau non pangan, penggumpal dan penghilang bau karet, sumber energi bio-oil serta pewarna pada industri karet dan plastik.

Di Indonesia jagung merupakan hasil pertanian yang cukup melimpah akan tetapi limbah dari jagung itu terbuang begitu saja dan tidak dimanfaatkan dengan baik, diantaranya adalah limbah tongkol jagung (*corn cob*), dimana biasanya oleh masyarakat dijadikan sebagai makanan ternak bahkan dibuang begitu saja. Dengan mengolah secara pirolisis, tongkol jagung bisa dimanfaatkan menjadi asap cair yang berguna untuk masyarakat.

Asap cair merupakan salah satu hasil pirolisis tempurung kelapa pada suhu sekitar 400 °C (Soldera, 2008). Pirolisis adalah proses penguraian yang tidak teratur dari bahan organik atau senyawa kompleks menjadi zat dalam tiga bentuk yaitu padatan, cairan dan gas yang disebabkan adanya pemanasan tanpa terhubung dengan udara luar pada suhu yang cukup tinggi (Sulaiman, 2004). Pada dewasa ini telah banyak

diproduksi asap cair sebagai bahan pengganti asap konvensional dalam proses pembakaran. Asap cair merupakan cairan kondensat uap asap hasil pirolisis kayu. Senyawa fenol, karbonil dan asam-asamorganik yang terdapat dalam asap cair berperan penting sebagai penghilang bau dan pengusir hama. Dengan demikian dapat diketahui bahwa metode pengasapan dengan asap cair bisa lebih mudah dan murah dalam perawatan tanaman.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka penelitian ini dimaksudkan untuk mengaplikasikan asap cair dalam bidang yang lain yang dapat digunakan sebagai bahan penghilang bau dan pengusir hama sehingga dapat meningkatkan nilai tambah tempurung, sabut kelapa dan tongkol jagung. juga sebagai alternatif penanganan limbah.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kualitas produk asap cair menggunakan tiga bahan baku yaitu tempurung, sabut kelapa dan tongkol jagung.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pembuatan asap cair yang lebih efisien, sehingga menjadi landasan dalam pengembangan alat pembuat asap cair yang lebih efisien kedepannya

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di bengkel dan lab Keteknikan Pascapanen Program Study Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado selama 3 bulan. Dari bulan Februari sampai bulan April.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dan dianalisa secara deskriptif.

Bahan dan Alat

Bahan

Bahan yang digunakan pada proses pembuatan asap cair ini adalah Tempurung Sebanyak 90 kg, Sabut kelapa 90 kg dan Tongkol Jagung 90 kg. Setiap perlakuan dalam proses pembakaran pembuatan asap cair sebanyak 30 kg.

Alat

Alat asap cair, thermometer *infrared*, *blower*, wadah, timbangan, gelasukur, oven, timbangan analitik, disikator, cawan kadar air.

Tahapan Pengamatan

Pengamatan pada penelitian ini dilakukan dari perlakuan perbandingan bahan baku sampai mencapai hasil asap cair yang diinginkan

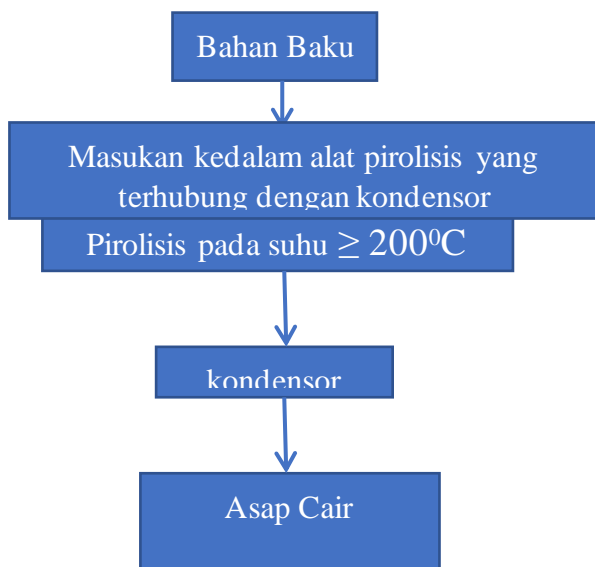
a. Bahan baku

- Pada penelitian ini dilakukan perbandingan bahan baku, tempurung 90 kg, sabut kelapa 90 kg dan tongkol jagung 90 kg. Setiap perlakuan bahan 30 kg dalam setiap pembakaran
- Pengamatan kadar air bahan baku dengan menggunakan metode oven, dimulai dengan;
- Ketiga bahan tersebut dipecah-pecahkan dan dipisah setiap jenis bahan, setelah itu bahan ditimbang bersama wadah untuk mengetahui beratnya.
- Bahan tersebut dikeringkan dengan oven listrik padasuhu 106°C selama 3 jam.
- Setelah 3 jam, bahan dikeluarkan dan dimasukkan kedalam disikator selama 15 menit lalu ditimbang untuk mengetahui beratnya.

- Setelah ditimbang dikeringkan kembali didalam oven setiap satu jam, dikeluarkan dan ditimbang. Cara ini dilakukan setiap satu jam hingga tidak lagi terjadi penurunan berat.
- b. Pengamatan suhu pada *thermometer infrared* dilakukan mulai dari awal proses produksi asap cair. Pengamatan dilakukan setiap 60 menit sampai proses produksi asap cair selesai.
- c. Pengamatan asap cair dilakukan dengan cara menampung produksi hasil asap cair dan ditimbang.
- d. Pengamatan tar dilakukan dengan cara menampung tar selama produksi lalu diukur dengan cara ditimbang.

Prosedur Kerja

Daigram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Asap Cair dari Tempurung, Sabut Kelapa dan Tongkol Jagung.

Hal Yang Diamati

Hal yang diamati selama proses produksi asap cair adalah perubahan suhu selama proses produksi asap cair berlangsung.

Analisa

Perubahan suhu yang terjadi selama proses produksi asap cair diplot dan dianalisa secara grafik.

Hal Yang Dihitung

Rendemen Asap Cair Tar dan Arang.

Dalam menentukan kinerja alat maka harus menghitung kapasitas dan kerja alat dan rendemen yang dihasilkan. Rendemen yang dihasilkan dinyatakan dalam persen rendemen merupakan perbandingan antara berat hasil dibagi dengan berat awal dikalikan dengan 100%. Diketahui bahwa nilai rendemen dapat dihitung dengan rumus;

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat awal (bahan baku)}} \times 100\%$$

Kadar Air

Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut: $M = \frac{w_m}{w_d} \times 100\%$

Dimana : M = kadar air (%)

W_m = berat air dalam bahan (g)

W_d = berat bahan kering (g)

Kinerja Alat

Kinerja alat penghasil asap cair didasarkan pada bobot asap cair yang tertampung setiap satu jam yang dihasilkan oleh kondensor Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Hanendyo 2005):

Kinerja Alat = Bobot Asap Cair (kg)/waktu Pirolis (jam) x Panjang (m)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peroses Pembuatan Asap Cair

Sebelum proses pirolisis, pertama – tama mengumpulkan sampel yang berupa tempurung kelapa, sabut kelapa dan tongkol jagung, kemudian dilakukan penjemuran

agar diperoleh berat kering dari sampel dan pembersihan masing-masing jenis sampel yang akan di gunakan. Sampel-sampel tersebut dipotong kecil-kecil dengan ukuran 5-10 cm yang bertujuan untuk memperkecil luas permukaan dari sampel agar lebih mudah dalam proses pembakaran, kemudian sampel ditimbang dengan berat masing-masing sampel 30 kg. Setelah itu masukan kedalam tempat pirolisis dan nyalakan api, lalu blower dihidupkan sampai api membesar dan pintu pirolisis ditutup rapat hingga tidak ada celah untuk asap keluar dalam proses pembakaran, hingga mencapai temperatur 345°C.

Pada temperature ini sampel dapat terbakar habis dan menghasilkan asap cair grade 3. Asap cair grade 3 merupakan asap cair hasil pirolisis yang belum mengalami proses pemurnian. Asap cair yang dihasilkan antara lain: tempurung kelapa 6,1 liter pada proses pembakaran selama 9 jam, tongkol jagung 3,5 liter dengan proses pembakaran selama 7 jam dan sabut kelapa 3 liter dengan proses pembakaran selama 6 jam. Dalam pirolisis tidak ada yang tersisa (terbakar semua). Dibandingkan dengan hasil penelitian dari Tim Pengkajian Bioindustri Kelapa (2015), dengan hasil penelitian pada pembakaran 100 kg tempurug kelapa diperoleh 45 liter produk asap cair dengan proses pembakaran selama 24 jam, produk asap cair yang diperoleh berwarna coklat transparan.

Pada temperature 200-345°C. Asap hasil pembakaran dikondensasi dengan kondensor yang berbentuk ulir melingkar. Hasil dari proses pirolisis diperoleh 3 produk yaitu asap cair, tar dan arang. Kondensasi dilakukan dengan koil melingkar dan berisi air sebanyak 120 liter.



Gambar 3. Asap Cair Grade 3.

Rendemen Asap Cair

Dari penelitian pembuatan asap cair dengan bahan berupa tempurung kelapa 90 kg, tongkol jagung 90 kg dan sabut kelapa 90 kg. dengan setiap perlakuan bahan baku sebanyak 30 kg.

Dari Tabel 1 nampak warna dari tempurung, berwarna kuning kemerahan Tongkol jagung berwarna hitam dan sabut kelapa berwarna kuning kehitaman. Hal ini disebabkan karena asap cair dengan bahan keras mengandung komponen-komponen seperti fenol, asamorganik dan karbonil yang berfungsi sebagai antibakteri antijamur dan antikoagulan. Senyawa-senyawa tersebut juga mempunyai peranan sebagai cita rasa yang khas (Girard 1992). Sedangkan asap cair

Tabel 1. Rendemen Asap Cair

Bahan	Ulangan	Berat Bahan (kg)	Kadar Air (%)	Asap Cair (kg)	Rendemen (%)	Warna
Tempurung	1	30	12	6,027	20,09	Kuning kemerahan
	2	30	13	6,027	20,09	
	3	30	12	5,730	19,1	
Tongkol jagung	1	30	17	3,458	11,52	Hitam
	2	30	17	3,458	11,52	
	3	30	17	3,556	11,85	
Sabut kelapa	1	30	23	2,865	9,55	Kuning kehitaman
	2	30	23	2,964	9,88	
	3	30	24	2,964	9,88	

pada sabut kelapa warnanya kuning kecoklatan dikarenakan ada kandungan karbonil pada asap cair. Kandungan karbonil pada sabut kelapa (fenol 2,27% dan asam 6,8%). Semakin besar kandungan fenol dan asam, maka semakin besar pula kandungan karbonil yang terdapat pada asap cair (Yosephet al.,2014). Rendemen asap cair dari tempurung lebih banyak zat cairnya

dibandingkan dengan sabut kelapa dan tongkol jagung, hal ini sesuai dengan pernyataan Rasyidta dkk (2015) bahwa kayu keras termasuk tempurung kelapa banyak digunakan untuk memproduksi asap cair

karena komposisi kayu keras yang terdiri dari lignin selulosa dan metoksil memberikan sifat organoleptik yang baik. Lama produksi alat dengan perlakuan bahan baku yang sama 30 (kg). Tempurung membutuhkan waktu produksi 9 jam sedangkan tongkol jagung dengan berat yang sama memerlukan waktu 7 jam dan sabut kelapa memerlukan waktu 6 jam. Kelemahan pada alat pembuatan asap cair terletak pada air dalam drum kondensor dimana air dalam kondensor tidak bersirkulasi sehingga semakin lama waktu produksi air dalam kondensor menjadi panas dan sehingga kinerja alat tidak maksimal. Dilihat dari penelitian yang diperoleh (Sinadia, 2019) rendemen cair pada asap cair dengan volume tabung pirolisis adalah 753.600 cm dan perorma dari alat asap cair adalah 0,375 kg/jam menghasilkan rendemen cair sebesar 7,5%.

Rendemen Tar

Tabel 2. Rendemen Tar

Bahan	Ulangan	Berat bahan (kg)	Tar (gram)	Rendemen (%)
Tempurung	1	30	0,21	0,7
	2	30	0,22	0,73
	3	30	0,21	0,7
Tongkol	1	30	0,26	0,86
	2	30	0,25	0,83
Jagung	3	30	0,25	0,83
Sabut kelapa	1	30	0,30	1
	2	30	0,30	1
	3	30	0,31	0,33

Dari Tabel 2 nampak bahwa rendemen tar sangat dipengaruhi oleh kadar air bahan baku. Semakin tinggi kadar air bahan baku yang digunakan maka tar yang dihasilkan juga tinggi.

Rendemen Arang

Penelitian ini juga menghasilkan arang seperti yang tertulis pada table dibawah ini.

Tabel 3. Rendemen Arang.

Bahan	Ulangan	Baret bahan (kg)	Arang (kg)	Rendemen (%)
Tempurung	1	30	8	26,66
	2	30	8,5	28,33
	3	30	8,3	27,66
Tongkol Jagung	1	30	6,5	21,66
	2	30	6,6	22
	3	30	6,4	21,33
Sabut Kelapa	1	30	5,2	17,33
	2	30	5,1	17
	3	30	5	16,66

Dari Tabel 3 dapat dilihat Rendemen arang dari tempurung lebih berat dibandingkan dengan tongkol jagung dan sabut kelapa dikarenakan tempurung bersifat keras dan padat dibandingkan dengan tongkol jagung dan sabut kelapa yang ringan, lentur dan mudah terbakar. Sehingga dalam pembakaran api langsung membesar dan arang yang dihasilkan hanya sedikit.

Konvesi liter ke kilogram

Table 4. konvesi liter ke kilogram

Ulangan	Volum e (cc)	Asap Cair (kg)	Densitas (J) gram/m ³	Densitas (gram/m ³)
1	250	247,08	0,98832	988,32
2	250	247,45	0,9898	989,8
3	250	247,09	0,98836	988,36
4	250	246,43	0,98572	985,72
Jumlah	1000	988,05	39,522	3.952,2
Rata-rata	250	247,012	0,98805	988,05

Dari table 4, konversi liter ke kilo gram dengan alat ukur yang digunakan yaitu berupa gelas ukur 250 mili dengan empat kali ulangan dan hasil yang didapatkan satu liter asap cair mendapatkan 988,05 kilo gram.

Kadar Air Bahan Baku

Pada penelitian ini menggunakan 3 perbandingan bahan baku (tempurung, sabut kelapa dan tongkol jagung). Ketiga bahan tersebut sebelum diproduksi dijemur dibawah sinar matahari selama 3 hari. Untuk mengurangi kadar air bahan baku tiap perlakuan bahan diambil 3 sampel (a1, a2, a3). Dari setiap perlakuan bahan baku memiliki kadar air yang berbeda kadar air pada tempurung kelapa 12%, sabut kelapa 17% dan tongkol jagung 23%.

Suhu merupakan suatu factor yang sangat penting dalam proses pirolisis. Pada penelitian ini di lakukan 3 kali ulangan pada setiap perlakuan bahan baku. Sehingga pada penelitian ini terjadi 9 ulangan. Setiap ulangan diambil 3 titik pengukuran suhu.

1. Suhu pada pembakaran ruang atas (SBA)
2. Suhu ruang bakar pada bagian bawah (SBB)
3. Suhu air pendingin (SAP)

Diukur dengan *thermometer infrared* setiap 60 menit selama penelitian ini berlangsung.

KinerjaAlat

Table 5. kinerja alat pembuatan asap cair.

Bahan	Ulangan	Lama Pembakaran (jam)	Asap Cair (kg)	Kinerja Alat (kg/jam)
Tempurung	1	9	6,027	66,96
	2	9	6,027	66,96
	3	9	5,730	63,66
Tongkol jagung	1	7	3,458	49,4
	2	7	3,458	49,4
	3	7	3,556	50,8
Sabut kelapa	1	6	2,865	47,75
	2	6	2,964	49,4
	3	6	2,964	49,4

Rumus kinerja alat:

Kinerjaalat:

$$\frac{\text{Bobot asap cair (kg)}}{\text{Waktu pirolisis (jam) x panjang kondensor (meter)}}$$

Asap cair dari

$$\text{tempurung: } \frac{6,027 \text{ kg}}{9 \text{ jam} \times 1 \text{ Meter}} =$$

66,96 kg.

$$\text{Asap cair dari sabut kelapa: } \frac{3,458 \text{ kg}}{6 \text{ jam} \times 1 \text{ meter}} =$$

49,4kg.

$$\text{Asap cair dari tongkol jagung : } \frac{2,964 \text{ kg}}{7 \text{ jam} \times 1 \text{ meter}} = 49,4 \text{ kg.}$$

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Rendemen asap cair dari tempurung 6,027 %
2. dengan kinerja alat 66,96% Rendemen Tongkol jagung 3,458 % dengan kinerja alat 49,4 dan Rendemen pada sabut kelapa 2,964 % dengan kinerja alat 49,4 % .
3. Dengan bahan baku 30 kg dari setiap bahan baku tempurung, sabut kelapa dan tongkol jagung membutuhkan waktu produksi yang berbeda. Tempurung memerlukan waktu 9 jam, sabut kelapa 6 jam dan tongkol jagung 7 jam.

Saran

1. Bagi maisirakat bisah menggunakan limbah tempurung sabut kelapa dan tongkol jagung untuk diaplikasikan sebagai penghilang bau dan pengawet makanan.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisa mutu asap cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, Esmar. 2011. Tinjauan Proses Pembentukan Dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Penelitian Sains* Volume 14 Nomer 4(B) 14406. Jakarta. FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Darmadji, P., K. R. Wulandari, U., Santoso. 1999. Sifat Anti oksidatis Asap Cair Hasil Redistilasi Selama Penyimpanan. *Prosiding Seminar Nasional Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Girard, J.P. 1992. *Smoking in Technology of Meat Products*. New York: Clermont Ferrand, Ellis Horwood.
- Firmansyah. 2004. Penggunaan Kombinasi Serbuk Kayu Jati dan Cangkang Telur Ayam pada Produksi Asap Cair. Skripsi. Fapet-IPB. Bogor. 43 pp.
- Haji, A. G., Z. A. Mas' ud., B. W. Lay., S. H. Sutjahjo. 2007. Karakterisai Asap Cair Hasil Pirolisis Sampah Organik Padat (Characterization of Liquid Smoke Pyrolyzed From Solid Organic Waste). *Jurnal Teknik Industri Pertanian*.
- Hanendyo, C. 2005. Kinerja Alat Ekstraksi Asap Cair dengan Sistem Kondensasi. Skripsi. Faperikan-IPB. Bogor.
- Hollenbeck, C.M. 1977. *Novel Concept in Technology and Design of Machinery for Production and Application of Smoke in the Food Industry*. In Rutkowski, A. (ed.). *Advance in Smoking of Foods*. Oxford.Pergamon Press.
- Isa, I., Musa, W. J., & Rahman, S. W. (2019). Pemanfaatan asap cair tempurung kelapa sebagai pestisida organik terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jambura Journal of Chemistry*, 1(1), 15-20.
- Maga, J.A., 1987. *Smoke in Food Processing*. CRC Press. Inc. Boca Raton. Florida.
- Palungkun, R. 1999. Sukses Beternak Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*). Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rasyidta, & Pari, G. (2015). Pengaruh pemberian arang terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annum*). *Buletin Penelitian Hasil Hutan*.
- Saha, 2003. Perkembangan usaha peternakan di Indonesia. pemanfaatan pakan menjadi salah. <https://adoc.tips>.
- Sinadia, 2019. Uji Kinerja Alat Pembuat Asap Cair Tempurung Kelapa Tipe Pirolisis. <https://doi.org/10.35791/cocos.v2i6.25958>.
- Sulaiman, S. 2004. Penjernihan Asap Cair Hasil Pirolisis Tempurung Menggunakan Kolom Kromatografi Dengan Zeolit Alam Traktivaisi sebagai Fasa Diam. Skripsi. FMIPA. UGM. Yongyakarta.
- Sukadarti, S., Kholisoh, S.D., Prasetyo, H., Santoso, W.P., & Mursini, T.,

2010, Produksi Gula Reduksi dari Sabut Kelapa Menggunakan Jamur *Trichoderma reesei*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia 21 “Kejuangan”, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Tranggono, Suhardi, B., Setiadji, P., Darmadji, Suprianto, Sudarmanto. 1997. Karakterisasi asap cair hasil pirolisis sampah organik padat. <https://journal.Ipb.ac.id>

Tim pengkajian bioindustri kelapa, 2015. <https://riau.pertanian.go.id>. Litbang. Pertanian.Go.id.

Yoseph Ratu Badin, Abrina Angraini, Susy Yuniningsih, 2014. Pengolahan Sabut Kelapa Menjadi Asap Cair Dengan Menggunakan Proses Pirolisis, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang.